

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

05.11.03

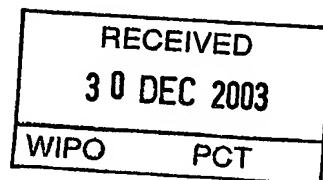
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年11月15日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-331971
[ST. 10/C]: [JP2002-331971]

出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

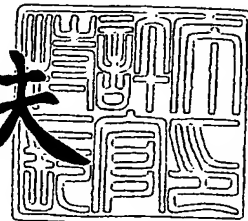


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3103221

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290722303

【提出日】 平成14年11月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 31/36
H01M 10/48
H02J 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 上坂 進一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 富田 尚

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 畠沢 剛信

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 池田 多聞

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100110434

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 076186

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0011610

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電池容量算出方法、電池容量算出装置、及び電池容量算出プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する電池容量算出方法であって、

上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 C_{eq_u} を算出する平衡電圧曲線算出工程と、

放電時における上記二次電池の端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを測定する電圧・電流測定工程と、

上記電圧・電流測定工程にて測定した上記端子電圧 V_{mea} 及び上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 Q_{mea} を算出する放電容量算出工程と、

上記端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を算出する見かけ上の平衡電圧算出工程と、

上記平衡電圧曲線算出工程にて算出した上記平衡電圧曲線 C_{eq_u} に基づいて、上記平衡電圧算出工程にて算出した上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を算出する見かけ上の放電容量算出工程と、

上記放電容量 Q_{mea} と上記見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ ΔQ を算出する容量ずれ算出工程と、

上記容量ずれ算出工程にて算出した上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測する予測工程とを備えること

を特徴とする電池容量算出方法。

【請求項 2】 上記予測工程では、放電末期に近い場合には、上記放電容量算出工程にて算出した上記放電容量 Q_{mea} と上記容量ずれ算出工程にて算出した上記容量ずれ ΔQ とに基づいて、放電容量に対する容量ずれの減少率 dQ が算出され、上記容量ずれ ΔQ と上記減少率 dQ とに基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} が予測されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 3】 上記容量ずれ ΔQ は、放電末期に近い場合には、上記放電容量

Q_{mea} の 1 次関数で表されること

を特徴とする請求項 2 記載の電池容量算出方法。

【請求項 4】 上記予測工程では、放電末期でない場合には、上記平衡電圧曲線 C_{equ} に基づいて、上記放電容量 Q_{mea} に対応する平衡電圧 V_{equ} が算出され、上記平衡電圧 V_{equ} と上記端子電圧 V_{mea} との差分である電圧降下 ΔV に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} が予測されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 5】 上記予測工程では、上記平衡電圧曲線 C_{equ} から上記電圧降下 ΔV が差し引かれることによって上記放電曲線 C_{pre} が予測されること

を特徴とする請求項 4 記載の電池容量算出方法。

【請求項 6】 上記予測工程では、上記電圧降下 ΔV に代えて、現在までの最大負荷に対応する最大電圧降下 ΔV_{max} が用いられて上記放電曲線 C_{pre} が予測されること

を特徴とする請求項 4 記載の電池容量算出方法。

【請求項 7】 上記予測工程にて予測した上記放電曲線 C_{pre} に基づいて、上記二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する残容量・残電力算出工程を備えること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 8】 上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に基づいて、放電末期に近いかな否かの判定を行い、判定結果に応じて、上記放電曲線 C_{pre} の予測方法を切り替える切替工程を備えること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 9】 上記切替工程では、上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} が所定の閾値と比較され、放電末期に近いかな否かの判定が行われること

を特徴とする請求項 8 記載の電池容量算出方法。

【請求項 10】 上記見かけ上の平衡電圧算出工程では、電流変化に応じた電圧変化に基づいて、上記直流抵抗 R_{dc} が算出されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 11】 上記見かけ上の平衡電圧算出工程では、平均電圧及び平均電

流値に基づいて、上記直流抵抗 R_{dc} が算出されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 12】 上記平衡電圧曲線算出工程では、少なくとも 2 点の平衡電圧とこれら平衡電圧間の容量とに基づいて、上記平衡電圧曲線 C_{eq_u} が算出されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 13】 上記平衡電圧曲線算出工程では、少なくとも 2 点の平衡電圧とこれら平衡電圧間の容量とに基づいて、上記二次電池の満充電容量を劣化していない初期電池の満充電容量で除算した商で表される収縮比 S が算出されることを特徴とする請求項 12 記載の電池容量算出方法。

【請求項 14】 上記平衡電圧曲線算出工程では、充電を強制的に停止してその後の電圧変化から平衡電圧が求められること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 15】 上記残容量・残電力算出工程では、算出した上記残容量及び／又は上記残電力が、上記二次電池を電源とする電子機器に対して伝達されること

を特徴とする請求項 1 記載の電池容量算出方法。

【請求項 16】 二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する電池容量算出装置であって、

放電時における上記二次電池の端子電圧 V_{me_a} を測定する電圧測定手段と、

放電時における上記二次電池の電流値 I を測定する電流測定手段と、

上記二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する演算処理手段とを備え、

上記演算処理手段は、上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 C_{eq_u} を算出し、上記電圧測定手段によって測定した上記端子電圧 V_{me_a} 及び上記電流測定手段によって測定した上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 Q_{me_a} を算出し、上記端子電圧 V_{me_a} に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 V_{oc_v} を算出し、上記平衡電圧曲線 C_{eq_u} に基づいて、上記見かけ上の平衡電圧 V_{oc_v} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{oc_v} を算出し、上記放電容量 Q_{me_a} と上記

見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ ΔQ を算出し、上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測すること
を特徴とする電池容量算出装置。

【請求項 17】 上記演算処理手段は、放電末期に近い場合には、上記放電容量 Q_{mea} と上記容量ずれ ΔQ とに基づいて、放電容量に対する容量ずれの減少率 dQ を算出し、上記容量ずれ ΔQ と上記減少率 dQ とに基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 18】 上記容量ずれ ΔQ は、放電末期に近い場合には、上記放電容量 Q_{mea} の 1 次関数で表されること

を特徴とする請求項 17 記載の電池容量算出装置。

【請求項 19】 上記演算処理手段は、放電末期でない場合には、上記平衡電圧曲線 C_{equ} に基づいて、上記放電容量 Q_{mea} に対応する平衡電圧 V_{equ} を算出し、上記平衡電圧 V_{equ} と上記端子電圧 V_{mea} との差分である電圧降下 ΔV に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 20】 上記演算処理手段は、上記平衡電圧曲線 C_{equ} から上記電圧降下 ΔV を差し引くことによって上記放電曲線 C_{pre} を予測すること

を特徴とする請求項 19 記載の電池容量算出装置。

【請求項 21】 上記演算処理手段は、上記電圧降下 ΔV に代えて、現在までの最大負荷に対応する最大電圧降下 ΔV_{max} を用いて上記放電曲線 C_{pre} を予測すること

を特徴とする請求項 19 記載の電池容量算出装置。

【請求項 22】 上記演算処理手段は、予測した上記放電曲線 C_{pre} に基づいて、上記二次電池の残容量及び／又は残電力を算出すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 23】 上記演算処理手段は、上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に基づいて、放電末期に近いか否かの判定を行い、判定結果に応じて、上記放電曲線 C_{pre} の予測方法を切り替えること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 24】 上記演算処理手段は、上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を所定の閾値と比較し、放電末期に近いかな否かの判定を行うこと

を特徴とする請求項 23 記載の電池容量算出装置。

【請求項 25】 上記演算処理手段は、電流変化に応じた電圧変化に基づいて、上記直流抵抗 R_{dc} を算出すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 26】 上記演算処理手段は、平均電圧及び平均電流値に基づいて、上記直流抵抗 R_{dc} を算出すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 27】 上記演算処理手段は、少なくとも 2 点の平衡電圧とこれら平衡電圧間の容量とに基づいて、上記平衡電圧曲線 C_{eq_u} を算出すること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 28】 上記演算処理手段は、少なくとも 2 点の平衡電圧とこれら平衡電圧間の容量とに基づいて、上記二次電池の満充電容量を劣化していない初期電池の満充電容量で除算した商で表される収縮比 S を算出すること

を特徴とする請求項 27 記載の電池容量算出装置。

【請求項 29】 上記演算処理手段は、充電を強制的に停止してその後の電圧変化から平衡電圧を求めること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 30】 上記演算処理手段によって算出した上記残容量及び／又は上記残電力を、上記二次電池を電源とする電子機器に対して伝達する伝達手段を備えること

を特徴とする請求項 16 記載の電池容量算出装置。

【請求項 31】 二次電池の残容量及び／又は残電力を算出するコンピュータ実行可能な電池容量算出プログラムであって、

上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 C_{eq_u} を算出する平衡電圧曲線算出処理と、

放電時における上記二次電池の端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを測定する電圧

・電流測定処理と、

上記電圧・電流測定処理にて測定した上記端子電圧 V_{mea} 及び上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 Q_{mea} を算出する放電容量算出処理と、

上記端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を算出する見かけ上の平衡電圧算出処理と、

上記平衡電圧曲線算出処理にて算出した上記平衡電圧曲線 C_{equ} に基づいて、上記平衡電圧算出処理にて算出した上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を算出する見かけ上の放電容量算出処理と、

上記放電容量 Q_{mea} と上記見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ ΔQ を算出する容量ずれ算出処理と、

上記容量ずれ算出処理にて算出した上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測する予測処理とを備えること

を特徴とする電池容量算出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する電池容量算出方法、電池容量算出装置、及び電池容量算出プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えばノートブック型パーソナルコンピュータや携帯電話機といったように、リチウムイオン二次電池等の二次電池（以下、単に電池という。）を電源とする電子機器が普及している。

【0003】

電池の残容量を算出する方法としては、例えば、端子電圧と残容量との関係を用いる方法や、満充電容量時における放電容量を"0"と定義したとき満充電容量から放電電流を積算して求めた放電容量を減算する方法といったように、様々なものが提案され、検討されてきている。

【0004】

ここで、端子電圧と残容量との関係は、例えば図16に示すように、残容量の減少にともない、所定の放電停止電圧 V_{cut} まで端子電圧が減少する曲線 C_{new} 、 C_{old} によって表される。特に、電池においては、残容量が“0”近傍、すなわち、放電末期になると、端子電圧が急激に低下する傾向にあり、この領域に所定の放電警報電圧 V_{war} が設定される。なお、同図において、曲線 C_{new} は、劣化していない初期電池におけるものであり、曲線 C_{old} は、使用によって劣化した劣化電池におけるものである。すなわち、電池においては、長期間使用して劣化した場合には、端子電圧と残容量との関係が、同じ放電条件であったとしても大きく変化することが知られている。そのため、上述した端子電圧と残容量との関係を用いる電池容量算出方法においては、残容量の推定精度が低下するという問題が指摘されている。

【0005】

そこで、電池の残容量を算出するにあたっては、このような電池の劣化による電圧特性の変化への対応を考慮する必要がある。上述した満充電容量から放電電流を積算して求めた放電容量を減算する電池容量算出方法においては、電池の劣化による電圧特性の変化に対応する方法として、充放電のサイクル数をカウントしてそのサイクル数に応じて満充電容量を補正する方法や、満充電状態となるまでの充電容量を用いて満充電容量を補正する方法といったように、様々な方法が検討されてきている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照。）。

【0006】

【特許文献1】

特開 2002-236154 号公報

【特許文献2】

特開 2002-162452 号公報

【0007】

特許文献1には、充放電のサイクル数をカウントしてそのサイクル数に応じて満充電容量を補正する方法としての“電池の残容量補正方法”が開示されている。この特許文献1には、サイクル数のみならず、電池の保存状態に応じて満充電容量を補正することにより、電池を長期間保存した後に使用する場合であっても、

残容量の表示誤差を少なくすることができる旨が記載されている。

【0008】

また、特許文献2には、満充電状態となるまでの充電容量を用いて満充電容量を補正する方法としての“電池残量検出回路”が開示されている。この特許文献2には、所定の放電警報電圧まで放電した場合における満充電状態までの充電容量を用いて満充電容量を補正することにより、電池の電圧特性が変化した場合であっても残容量の検出を正確に行うことができる旨が記載されている。

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載された技術においては、実際の電池の使用環境や劣化様式が多様であることから、理想的な環境下で測定した補正係数を用いて満充電容量を補正すると、実際の満充電容量と異なる値が算出されるという問題があった。

【0010】

また、特許文献2に記載された技術においては、以下のような問題があった。

【0011】

放電警報電圧は、通常、電池に接続されている電子機器の終了処理に必要な容量を残して当該終了処理に移行するために、電池本来の放電停止電圧よりも高めに設定されている。ここで、この放電警報電圧は、劣化していない初期電池の測定データを用いて決定されるものであるが、図16に示したように、電池は、劣化するのにもとない、放電末期における曲線の傾きが緩やかになる。換言すれば、電池は、劣化するのにもとない、放電末期における放電容量と端子電圧との関係を示す放電曲線の傾きが緩やかになる。したがって、電池には、劣化していない初期電池に基づいて決定した放電警報電圧以下の電圧であったとしても、十分な容量が残存していることになる。

【0012】

しかしながら、特許文献2に記載された技術においては、この放電警報電圧を電池の劣化状態に合わせて低下させることができないことから、満充電容量を過小に評価することになり、実際にはさほど劣化していない電池であったとしても、残容量が過小に算出され、結果として、電子機器の実使用時間が短くなるとい

う問題があった。

【0 0 1 3】

これに対して、これら特許文献 1 及び特許文献 2 のように、端子電圧と残容量との関係を用いる方法や、満充電容量から放電電流を積算して求めた放電容量を減算する方法とは異なる観点から電池の残容量を算出する方法として、特許文献 3 に記載された技術が存在する。

【0 0 1 4】

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 2 3 1 1 7 9 号公報

【0 0 1 5】

この特許文献 3 には、電池の内部インピーダンスと平衡電圧とを用いて残容量を算出する方法としての”電池容量検出方法及び装置並びに電池パック”が開示されている。なお、平衡電圧とは、電池の端子を開放させた状態で長期間放置し、電極及び電解液の内部状態が安定となったときの端子電圧である。この特許文献 3 には、劣化電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線と内部インピーダンスとを測定し、内部インピーダンスによる電圧降下に基づいて残容量を算出する技術が開示されており、残容量のみならず、残電力の正確な算出も試みた旨が記載されている。

【0 0 1 6】

しかしながら、この特許文献 3 に記載された技術においては、以下のような問題があった。

【0 0 1 7】

電池の内部インピーダンスによる電圧降下 ΔV は、図 1 7 に示すように、平衡電圧曲線 C_{eq} と放電曲線 C_{dc} との差分で表されるが、内部インピーダンスは、放電容量に依存して変化し、放電末期で大きく増加する。したがって、内部インピーダンスを用いて残容量を算出するためには、この放電末期における内部インピーダンス増加を考慮することが最も重要な事項となる。

【0 0 1 8】

ここで、電池においては、劣化するのにもない、内部インピーダンスも変化

することが知られている。特許文献3に記載された技術においては、この内部インピーダンスを適宜測定することによって残電力の算出を試みているが、特に放電末期における内部インピーダンスの増加を測定するためには、放電末期まで完全に放電する必要がある。

【0019】

すなわち、特許文献3に記載された技術においては、放電中に放電末期における内部インピーダンスを把握することができないことから、長期間保存されている状態から放電した場合や、浅い放電深度で充放電を繰り返して劣化した場合といったように、事前に測定した内部インピーダンスが現在の内部インピーダンスと比較して大きく変化している場合には、残容量を正確に予測することができないという問題があった。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、これら各種従来の電池容量算出方法においては、劣化電池における特に放電末期の放電曲線を事前に予測することができなかった。そのため、従来の電池容量算出方法を用いて残容量を算出した場合には、電池の容量を完全に使い切ることができず、電子機器の実使用時間が短くなるという問題があった。

【0021】

すなわち、従来の電池容量算出方法においては、略完全に放電してはじめて正確な残容量の算出が可能となる一方で、略完全に放電するためには正確な残容量を事前に把握する必要がある、という相反する問題があった。このことは、従来の電池容量算出方法は、現実的には実現不可能なものであることを意味している。

【0022】

また、従来の電池容量算出方法においては、電池の容量を完全に使用することができないことから、真の電池の劣化状態を検出することができず、電池の劣化を過大に検出してしまう事態も招来していた。

【0023】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、温度や電池の劣化状態といった環境条件によらず、電池の残容量を特に放電末期で極めて正確に算出することができ、電池の寿命を延ばすことができる電池容量算出方法、電池容量算出装置、及び電池容量算出プログラムを提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成する本発明にかかる電池容量算出方法は、二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する電池容量算出方法であって、上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 $C_{eq u}$ を算出する平衡電圧曲線算出工程と、放電時における上記二次電池の端子電圧 $V_{me a}$ と電流値 I とを測定する電圧・電流測定工程と、上記電圧・電流測定工程にて測定した上記端子電圧 $V_{me a}$ 及び上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 $Q_{me a}$ を算出する放電容量算出工程と、上記端子電圧 $V_{me a}$ に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 $V_{oc v}$ を算出する見かけ上の平衡電圧算出工程と、上記平衡電圧曲線算出工程にて算出した上記平衡電圧曲線 $C_{eq u}$ に基づいて、上記平衡電圧算出工程にて算出した上記見かけ上の平衡電圧 $V_{oc v}$ に対応する見かけ上の放電容量 $Q_{oc v}$ を算出する見かけ上の放電容量算出工程と、上記放電容量 $Q_{me a}$ と上記見かけ上の放電容量 $Q_{oc v}$ との差分である容量ずれ ΔQ を算出する容量ずれ算出工程と、上記容量ずれ算出工程にて算出した上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測する予測工程とを備えることを特徴としている。

【0025】

このような本発明にかかる電池容量算出方法は、放電時における端子電圧 $V_{me a}$ と電流値 I とを逐次測定し、この端子電圧 $V_{me a}$ と電流値 I とに基づいて、放電容量 $Q_{me a}$ と見かけ上の放電容量 $Q_{oc v}$ とを算出し、これらの差分である容量ずれ ΔQ に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線 C_{pre} を放電中に予測する。これにより、本発明にかかる電池容量算出方法は、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった正確な残容量及び／又は残電力を、放電中に求めることができる。

【0026】

より具体的には、上記予測工程では、放電末期に近い場合には、上記放電容量算出工程にて算出した上記放電容量 Q_{mea} と上記容量ずれ算出工程にて算出した上記容量ずれ ΔQ とに基づいて、放電容量に対する容量ずれの減少率 dQ が算出され、上記容量ずれ ΔQ と上記減少率 dQ とに基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} が予測される。

【0027】

このとき、上記容量ずれ ΔQ は、放電末期に近い場合には、上記放電容量 Q_{mea} の 1 次関数で表されることから、将来における放電曲線 C_{pre} を容易に予測することが可能となる。

【0028】

一方、上記予測工程では、放電末期でない場合には、上記平衡電圧曲線 C_{eq} に基づいて、上記放電容量 Q_{mea} に対応する平衡電圧 V_{eq} が算出され、上記平衡電圧 V_{eq} と上記端子電圧 V_{mea} との差分である電圧降下 ΔV に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} が予測される。

【0029】

そして、本発明にかかる電池容量算出方法は、上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に基づいて、放電末期に近いか否かの判定を行い、判定結果に応じて、上記放電曲線 C_{pre} の予測方法を切り替える切替工程を備える。

【0030】

これにより、本発明にかかる電池容量算出方法は、特に放電末期における放電曲線を放電中に極めて正確に予測することが可能となる。

【0031】

また、上述した目的を達成する本発明にかかる電池容量算出装置は、二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する電池容量算出装置であって、放電時における上記二次電池の端子電圧 V_{mea} を測定する電圧測定手段と、放電時における上記二次電池の電流値 I を測定する電流測定手段と、上記二次電池の残容量及び／又は残電力を算出する演算処理手段とを備え、上記演算処理手段は、上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 C_{eq} を算出し

、上記電圧測定手段によって測定した上記端子電圧 V_{mea} 及び上記電流測定手段によって測定した上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 Q_{mea} を算出し、上記端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を算出し、上記平衡電圧曲線 C_{equ} に基づいて、上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を算出し、上記放電容量 Q_{mea} と上記見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ ΔQ を算出し、上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測することを特徴としている。

【0032】

このような本発明にかかる電池容量算出装置は、放電時における端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを、それぞれ、電圧測定手段及び電流測定手段によって逐次測定し、この端子電圧 V_{mea} と電流値 I とに基づいて、放電容量 Q_{mea} と見かけ上の放電容量 Q_{ocv} とを演算処理手段によって算出し、これらの差分である容量ずれ ΔQ に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線 C_{pre} を演算処理手段によって放電中に予測する。これにより、本発明にかかる電池容量算出装置は、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった正確な残容量及び／又は残電力を、放電中に求めることが可能となる。

【0033】

さらに、上述した目的を達成する本発明にかかる電池容量算出プログラムは、二次電池の残容量及び／又は残電力を算出するコンピュータ実行可能な電池容量算出プログラムであって、上記二次電池における放電容量と平衡電圧との関係を示す平衡電圧曲線 C_{equ} を算出する平衡電圧曲線算出処理と、放電時における上記二次電池の端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを測定する電圧・電流測定処理と、上記電圧・電流測定処理にて測定した上記端子電圧 V_{mea} 及び上記電流値 I に基づいて、上記二次電池の放電容量 Q_{mea} を算出する放電容量算出処理と、上記端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算して見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を算出する見かけ上の平衡電圧算出処理と、上記平衡電圧曲線算出処理にて算出した上記平衡電圧曲線 C_{equ} に基づいて、上記平衡電圧算出処理にて算出した上記見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見か

け上の放電容量 Q_{ocv} を算出する見かけ上の放電容量算出処理と、上記放電容量 Q_{mea} と上記見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ ΔQ を算出する容量ずれ算出処理と、上記容量ずれ算出処理にて算出した上記容量ずれ ΔQ に基づいて、将来における放電曲線 C_{pre} を予測する予測処理とを備えることを特徴としている。

【0034】

このような本発明にかかる電池容量算出プログラムは、放電時における端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを逐次測定し、この端子電圧 V_{mea} と電流値 I とに基づいて、放電容量 Q_{mea} と見かけ上の放電容量 Q_{ocv} とを算出し、これらの差分である容量ずれ ΔQ に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線 C_{pre} を放電中に予測する。これにより、これにより、本発明にかかる電池容量算出プログラムが提供された機器は、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった正確な残容量及び／又は残電力を、放電中に求めることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0036】

この実施の形態は、例えばノートブック型パーソナルコンピュータや携帯電話機等の電子機器の電源として用いられるリチウムイオン二次電池等の二次電池の残容量を算出する電池容量算出方法である。この電池容量算出方法は、本件出願人が、様々な条件下にて、放電末期における放電曲線の特徴及び二次電池内部の物理化学的な現象について検討を行い、放電時における端子電圧と電流値とを測定することにより、放電末期における放電曲線を放電中であるにもかかわらず極めて正確に予測することが可能であるという知見を得たことに基づくものである。すなわち、この電池容量算出方法は、二次電池の端子電圧と電流値とを逐次測定し、この端子電圧と電流値とに基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線を放電中に予測することにより、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった正確な残容量を、放電中に求めることができるものである。

【0037】

なお、以下では、二次電池を単に電池と称して説明するものとする。また、以下の説明において、平衡電圧とは、電池の端子を開放させた状態で長期間放置し、電極及び電解液の内部状態が安定となったときの端子電圧を意味し、平衡電圧曲線とは、放電容量と平衡電圧との関係を示す曲線を意味するものとする。さらに、以下の説明において、放電曲線とは、放電容量と端子電圧との関係を示す曲線を意味し、放電容量については、満充電状態時における容量を“0”と定義するものとする。

【0038】

まず、電池容量算出方法の原理について説明するために、平衡電圧曲線と放電曲線との関係について図1を用いて説明する。

【0039】

電池は、放電している場合には、通常、内部インピーダンスの影響により、放電時における電流値に応じて、端子電圧 V_{mea} が平衡電圧 V_{equ} よりも低い値をとる。

【0040】

ここで、同図に放電曲線 C_{dch} の時間変化を示すように、ある時刻 t にて放電を停止し、電池の端子を開放した場合を考える。この場合、端子電圧は、放電停止直後に急激に増加した後、時間的に緩やかに増加し、所定の時間だけ電池を放置しておくと、その時点での放電容量に対応する平衡電圧 V_{equ} に一致する。

【0041】

この現象は、電池の内部インピーダンスが、電流値の変化に対して瞬時に応答する成分と遅く応答する成分の2種類に大別されることを示している。ここでは、この放電停止直後に急激に増加した電圧を、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} と称するものとする。また、放電時における平衡電圧 V_{equ} と端子電圧 V_{mea} との差分で表される電圧降下 $\Delta V (=V_{equ} - V_{mea})$ を、放電停止後における電圧変化の時定数に応じて、 $\Delta V_{dc} (=V_{ocv} - V_{mea})$ と、 $\Delta V_{di} (=V_{equ} - V_{ocv})$ とに区別し、前者を、直流抵抗 R_{dc} による電圧降下

ΔV_{dc} と称するとともに、後者を、拡散による電圧降下 ΔV_{di} と称するものとする。

【0042】

具体的には、直流抵抗 R_{dc} は、電池を構成している電極と電解液の電気抵抗、及び電極と電解液界面にて生じる過電圧に起因して生じるものである。この直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} は、ほぼオームの法則にしたがい、電流値 I と直流抵抗 R_{dc} との積で表すことができるものである。

【0043】

一方、拡散による電圧降下 ΔV_{di} は、電池内部にて電荷を運んでいる化学物質の濃度分布に起因して生じるものであり、電解液中での電荷の動きやすさに関係するものである。逆に言えば、端子電圧が放電停止後にこの拡散による電圧降下 ΔV_{di} の分だけ時間的に緩やかに上昇する現象は、放電時に電荷が移動することによって化学物質の濃度分布に偏りが生じていた場合において放電を停止すると、化学物質の濃度分布を均質に戻そうとする現象が時間的に緩やかに生じることに起因するものと考えられる。この拡散による電圧降下 ΔV_{di} は、放電中には電池内部の化学物質の濃度分布が常に変化していることから、直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} とは異なり、簡易に表現することはできないものである。

【0044】

ところで、電池の正確な残容量を算出することは、放電末期における放電曲線を正確に予測することに集約されるが、放電末期にみられる内部インピーダンスの増加は、上述した2種類の内部インピーダンス成分のうち、電流値の変化に対して遅く応答する成分に支配的な要因があることを本件出願人が実験によって確認している。すなわち、放電末期にみられる内部インピーダンスの増加は、拡散による電圧降下 ΔV_{di} が急激に増加するために生じる現象であること確認した。したがって、放電末期における放電曲線を正確に予測するためには、この拡散による電圧降下 ΔV_{di} を正確に予測することが最も重要な事項となる。

【0045】

ここで、図2に示すように、放電容量が Q_{mea} であるときに端子電圧が V_m

e_a であるときを考え、この端子電圧 V_{mea} に対して、直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を加算した見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に着目する。また、平衡電圧曲線 C_{equ} 上における見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する放電容量 Q_{ocv} と、現在の放電容量 Q_{mea} との差分を、容量ずれ $\Delta Q (=Q_{ocv} - Q_{mea})$ と定義する。

【0046】

このとき、電池内部にて電荷を運ぶ化学物質の濃度分布が発生していない場合、すなわち、化学物質の濃度分布が均質である場合には、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} をプロットした曲線 C_{dc} と平衡電圧曲線 C_{equ} とが一致することから、容量ずれ ΔQ は、“0”となる。したがって、容量ずれ ΔQ は、電池内部で発生している化学物質の濃度分布の程度を表す尺度であるものと考えられる。

【0047】

そこで、本件出願人は、放電容量と容量ずれ ΔQ との関係を詳細に求めた。その結果、放電容量と容量ずれ ΔQ との関係は、負荷が一定の場合には、電池がどのような劣化状態、温度、負荷であったとしても、例えば図3に示すように、放電容量に対する容量ずれ ΔQ が、放電末期で略直線状に減少する特徴を有するという知見が得られた。すなわち、容量ずれ ΔQ は、放電容量 Q_{mea} の1次関数 ($\Delta Q = Q_{ocv} - Q_{mea} = a \cdot Q_{mea} + b$; a, b は、定数。) で表されるという知見が得られた。このことは、放電によって生じた電池内部での化学物質の濃度分布が放電末期で縮小することを示していると考えられる。

【0048】

したがって、放電中にこの容量ずれ ΔQ を逐次測定し、放電末期における放電容量に対する容量ずれ ΔQ の線形的な減少率を算出することにより、その時点からの将来における容量ずれ ΔQ を容易に予測することができ、その結果、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を予測することができる。そして、予測した平衡電圧 V_{ocv} から直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を減算することにより、将来における放電曲線を正確に予測することができることになる。

【0049】

このように、本発明は、放電末期において急激に増加する拡散による電圧降下

ΔV_{di} の現象を、電圧方向の変化として捉えるのではなく、容量ずれ ΔQ という容量方向の変化として捉える、という全く新たな観点から着目したものであり、将来における容量ずれ ΔQ を予測することにより、従来の方法では不可能であった放電末期における正確な放電曲線の予測を可能とし、特に放電末期における残容量を正確に算出することができるものである。

【0050】

さて、以下では、このような原理に基づく電池容量算出方法について説明する。

【0051】

電池容量算出方法は、ここでは図示しないが、少なくとも、電池の端子電圧、及び電池に流れている電流を測定する回路と、残容量を算出する制御回路とから構成される装置によって実現することができる。

【0052】

電池容量算出方法においては、制御回路内部に、各種情報を記憶する記憶部を備え、残容量を算出するために用いる平衡電圧曲線をこの記憶部に記憶しておく。この平衡電圧曲線は、予め算出して記憶部に記憶してもよく、また、何らかの近似式を用いて関数化して記憶部に記憶してもよく、さらには、放電容量と平衡電圧とを対応付けたテーブルとして記憶部に記憶してもよい。

【0053】

また、電池容量算出方法においては、放電時における残容量の算出に先だって、電池の直流抵抗 R_{dc} を算出し、記憶部に記憶する。この直流抵抗 R_{dc} は、充電時に測定してもよいが、充電時に測定した値を用いる場合には、充電時の温度と放電時の温度とが異なる場合があることから、温度補正を行うといった煩雑な処理が必要となるおそれがある。そこで、電池容量算出方法においては、放電時に直流抵抗 R_{dc} を測定するものとする。勿論、電池容量算出方法においては、放電中においても温度変化が生じる場合があることから、これを考慮して温度補正を行ってもよい。なお、直流抵抗 R_{dc} は、例えば、接続される電子機器の電源投入時や、電子機器がパーソナルコンピュータ等である場合には、任意のアプリケーションの起動時といったように、大きな負荷変動が生じる機会を利用し

、その負荷変動の前後における電圧及び電流の変化 dV_{mea} 、 dI を測定することにより、 $R_{dc} = dV_{mea} / dI$ として容易に算出することができる。

【0054】

このような電池容量算出方法においては、電池が使用状態にあるときは、電池の端子電圧 V_{mea} 及び電池に流れている電流値 I を逐次測定し、電流積算を行うことによって現在の放電容量 Q_{mea} を算出する。また、電池容量算出方法においては、記憶部に記憶している直流抵抗 R_{dc} を用いて電圧降下 ΔV_{dc} ($= I \cdot R_{dc}$) と見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} ($= V_{mea} + \Delta V_{dc} = V_{mea} + I \cdot R_{dc}$) とを算出し、さらに、記憶部に記憶している平衡電圧曲線を用いて見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を算出し、上述した容量ずれ ΔQ ($= Q_{ocv} - Q_{mea}$) を求める。そして、電池容量算出方法においては、現在の放電容量 Q_{mea} と容量ずれ ΔQ とを対応付けて記憶部に記憶しておき、過去数回分の放電容量 Q_{mea} と容量ずれ ΔQ とに基づいて、容量ずれ ΔQ の減少率 dQ を算出する。

【0055】

ここで、先に図3に示した容量ずれ ΔQ の減少率の線形性を利用する残容量算出は、放電末期付近の特徴を捉えたものであることから、放電末期以外ではこの方法を用いることはできない。そのため、電池容量算出方法においては、放電中に、現在の状態が放電末期に近いかな否かを判定し、これに応じて処理内容を切り替える必要がある。

【0056】

そこで、電池容量算出方法においては、電池の端子電圧 V_{mea} に対して、直流抵抗 R_{dc} と電流値 I との積で表される電圧降下 ΔV_{dc} を加算した見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を、所定の閾値と比較することにより、放電末期に近いかな否かの判定を行う。これは、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} が、図4中破線部で示すように、平衡電圧曲線の傾きが急激に変化する変曲点付近の電圧である場合に、図3に示した容量ずれ ΔQ の線形的な減少が発生するという知見を本件出願人が実験によって得たことに基づくものである。勿論、電池容量算出方法においては、放電容量 Q_{mea} や測定した端子電圧 V_{mea} 、又はこれらの組み合わせに基

づいて、放電末期に近いか否かの判定を行うようにしてもよく、また、求めた容量ずれ ΔQ を放電容量 Q_{mea} で微分した値が一定となることを検出することによって容量ずれ ΔQ の減少率が線形になったことを判定するようにしてもよい。いずれの方法を用いた場合であっても、電池容量算出方法においては、容量ずれ ΔQ の減少率の線形性を利用して放電末期に近いか否かを判定することに変わりはない。

【0057】

電池容量算出方法においては、放電末期でないものと判定された場合には、図5に示すように、現在の放電容量 Q_{mea} から現在の平衡電圧 V_{equ} を求め、そのときの電圧降下 ΔV を算出し、例えば、平衡電圧曲線 C_{equ} から電圧降下 ΔV を差し引くことによって将来における放電曲線 C_{pre} を予測する。そして、電池容量算出方法においては、予測した放電曲線 C_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} を下回るまでの放電容量 Q_{cut} と現在の放電容量 Q_{mea} との差分を、残容量 Q_r として算出するとともに、それまでに予測した電圧で積分した同図中斜線部で示す値を、残電力 W_r として算出する。

【0058】

なお、このような方法で残容量を算出する場合には、負荷が変動する毎に電圧降下 ΔV が変動することから、残容量が変動することになる。これを回避するために、電池容量算出方法においては、現在までの最大負荷に対応する最大電圧降下 ΔV_{max} を用いて将来における放電曲線 C_{pre} を予測するようにしてもよい。また、電池容量算出方法においては、定電力放電を仮定した場合には、放電するのにともない電圧が低下するために電流が増加し、これによって電圧降下が大きくなることを考慮して、将来における電圧降下 ΔV を算出するようにしてもよい。さらに、電池容量算出方法においては、過去に略完全放電を行うことができた場合には、このときの実際に放電できた容量や電力を用いて、算出した残容量を補正するようにしてもよい。

【0059】

一方、電池容量算出方法においては、放電末期に近いものと判定された場合には、図6に示すように、現在の容量ずれ ΔQ_{mea} と容量ずれの減少率 dQ とに

基づいて、すなわち、容量ずれ ΔQ が放電容量 Q_{mea} の1次関数($\Delta Q = Q_{ocv} - Q_{mea} = a \cdot Q_{mea} + b$; a, b は、定数。)で表されるという特徴を利用して、同図中黒丸で示す将来における見かけ上の平衡電圧を予測し、これら見かけ上の平衡電圧から直流抵抗 R_{dc} による電圧降下 ΔV_{dc} を減算することによって将来における放電曲線 C_{pre} を予測する。そして、電池容量算出方法においては、上述した放電末期でないものと判定された場合と略同様に、残容量 Q_r と残電力 W_r とを算出する。このとき、電池容量算出方法においては、将来における電流値 I については、現在の電流値や現在までの最大電流値を将来にわたって一定であるものと仮定してもよく、また、現在の電力や最大電力を将来にわたって一定であるものと仮定して電流値の変化を考慮してもよい。

【0060】

なお、電池容量算出方法においては、上述したように、残容量の算出に先だつて、平衡電圧曲線を求めておく必要があるが、この平衡電圧曲線は、通常、電池の劣化にともない変化することから、劣化していない初期電池の平衡電圧曲線ではなく、現在の状態における劣化電池の平衡電圧曲線を求める必要がある。ここで、平衡電圧曲線は、例えば図7に示すように、その形状が初期電池と劣化電池とで略相似形になることに着目する。なお、同図において、曲線 C_{equn} は、劣化していない初期電池における平衡電圧曲線を示し、曲線 C_{equo} は、使用によって劣化した劣化電池における平衡電圧曲線を示している。すなわち、劣化電池の平衡電圧曲線 C_{equo} は、初期電池の平衡電圧曲線 C_{equn} の形状を保ちながら一方向に収縮した形状を呈するものとなる。

【0061】

そこで、電池容量算出方法においては、平衡電圧曲線 C_{equn} 、 C_{equo} が互いに略相似形となる事実に基づいて、平衡電圧曲線 C_{equn} を予め把握しておき、劣化電池における少なくとも2点の平衡電圧とこれら平衡電圧間の容量とを求めることにより、平衡電圧曲線の容量方向の収縮比 S 、すなわち、“劣化電池の満充電容量／初期電池の満充電容量”を算出することができる。例えば、電池容量算出方法においては、同図に示すように、求めた劣化電池における2点の平衡電圧を V_1 、 V_2 とし、これら平衡電圧 V_1 、 V_2 に対応する放電容量が

Q_1 , Q_2 ($Q_2 > Q_1$) であるものとする、平衡電圧曲線 C_{equn} において平衡電圧が V_1 , V_2 となる放電容量 Q_{ini1} , Q_{ini2} を求めれば、収縮比 S を、 $(Q_2 - Q_1) / (Q_{ini2} - Q_{ini1})$ として算出することができる。電池容量算出方法においては、この収縮比 S に基づいて、劣化電池の平衡電圧曲線 C_{quo} を求め、記憶部に記憶することができる。

【0062】

また、電池容量算出方法においては、平衡電圧を求める方法として、電池の利用者が充電も放電も行っていない休止状態の電圧から求める方法や、充電を強制的に停止してその後の電圧変化から平衡電圧を推定する方法等を用いることもできる。特に、電池容量算出方法においては、これら両者の方法を併用し、平衡電圧を求める機会を増やすのが望ましい。

【0063】

なお、充電を強制的に停止した場合には、例えば図8に示すように、電圧変化率 (dV/dt) の絶対値の平方根が、充電停止からの時間の対数に対して、略直線的に減少する、という知見を本件出願人が実験によって得ていることから、この方法により、充電停止後の短時間における電圧変化に基づいて、平衡電圧を推定することが可能となる。

【0064】

ただし、この収縮比 S の算出にあたっては、求める平衡電圧の少なくとも2点間の容量を十分に大きくする必要があることから、浅い放電深度での充放電を繰り返している場合には、十分な精度での算出が困難であるが、電池容量算出方法においては、上述したように、容量ずれ ΔQ の減少率の線形性を利用する残容量算出を行うことにより、このような場合であっても十分な精度で放電末期における残容量を算出することができる旨が、実験によって確認済みである。

【0065】

さて、以下では、このような電池容量算出方法を適用して、所定の電子機器の電源としての電池の残容量を算出する具体的な電池容量算出装置について説明する。なお、以下では、説明の便宜上、満充電電圧が4.2Vであり、放電停止電圧が3.0Vであり、公称容量が1800mAhである直径18mm、長さ65

mmのリチウムイオン二次電池の残容量を算出する電池容量算出装置について説明する。また、以下では、放電時の電流値を正、充電時の電流値を負として説明する。

【0066】

電池容量算出装置は、上述したように、少なくとも、電池の端子電圧、及び電池に流れている電流を測定する回路と、残容量を算出する制御回路とから構成される。具体的には、例えば図9に示すように、電池容量算出装置10は、電子機器20の電源としての電池1の端子電圧を測定する電圧測定回路11と、電池1に流れている電流を測定する電流測定回路12と、残容量及び／又は残電力を算出する制御回路13と、電池1に対する充電の停止又は開始を切り替えるスイッチ14とを備える。

【0067】

なお、これらの各部から構成される電池容量算出装置10は、いわゆる電池パックとして、電池1を用いる電子機器20から独立して構成されてもよく、また、電池1を含めて電子機器20に内蔵されていてもよい。さらには、電池容量算出装置10は、電池1のみが電子機器20から独立して構成されてもよい。

【0068】

電圧測定回路11は、電池1の端子電圧を測定する。電圧測定回路11は、得られたアナログ値である端子電圧を、例えば図示しないA/D (Analog to Digital) 変換器を用いてデジタル値に変換し、制御回路13に供給する。

【0069】

電流測定回路12は、電池1に対して直列に接続されている例えば20mΩの抵抗2における両端の電圧を測定することにより、電池1に流れている電流を測定する。電流測定回路12は、アナログ値である抵抗2における両端の電圧を、例えば図示しないA/D変換器を用いてデジタル値に変換し、制御回路13に供給する。

【0070】

制御回路13は、例えばマイクロプロセッサ等の各種演算を行う演算部15と、各種情報を書き換え可能に記憶する記憶部16と、電子機器20との間で各種

情報の授受を行う通信部 17 とを有する。

【0071】

制御回路 13 は、事前に残容量を算出する対象としての電池 1 の平衡電圧曲線を記憶部 16 に記憶しておく。この平衡電圧曲線は、上述したように、予め算出して記憶部 16 に記憶してもよく、また、何らかの近似式を用いて関数化して記憶部 16 に記憶してもよく、さらには、放電容量と平衡電圧とを対応付けたテーブルとして記憶部 16 に記憶してもよい。なお、ここでは、事前に平衡電圧曲線を算出し、記憶部 16 に記憶しておくものとする。

【0072】

具体的には、電池容量算出装置 10 においては、電池 1 を所定の充放電器に装着し、例えば、充電電流 1 A のもとに、4.2 V まで定電流充電を行い、その後、4.2 V で定電圧充電を 3 時間行うことにより、当該電池 1 を満充電電圧まで充電する。そして、電池容量算出装置 10 においては、例えば 1 A で 10 分間といったように、所定の放電容量だけ放電を行った後、電池 1 の端子を開放して端子電圧が安定するまで放置し、平衡電圧を求める。電池容量算出装置 10 においては、このような測定を、端子電圧が所定の放電停止電圧、すなわち、3.0 V になるまで繰り返し行うことにより、平衡電圧曲線を求める。なお、端子電圧が安定するまでの時間は、少なくとも 30 分以上必要である。

【0073】

制御回路 13 は、このようにして求められた平衡電圧曲線を事前に記憶部 16 に記憶しておく。そして、制御回路 13 は、電圧測定回路 11 から供給された電圧と、電流測定回路 12 から供給された電圧から算出される電流値とに基づいて、演算部 15 によって電池 1 の残容量及び／又は残電力を算出する。制御回路 13 は、算出した残容量及び／又は残電力を、通信部 17 を介して電子機器 20 に対して伝達する。このとき、制御回路 13 は、電池 1 の劣化状態を併せて検出し、この情報を通信部 17 を介して電子機器 20 に対して伝達するようにしてもよい。

【0074】

スイッチ 14 は、制御回路 13 から供給される制御信号に基づいて、充電を停

止又は開始するために設けられ、充電中に強制的に休止状態を作り出すものである。

【0075】

このような電池容量算出装置10は、図10に示すような一連の工程を経ることにより、電池1の残容量及び／又は残電力を算出する。なお、同図におけるステップS1乃至ステップS4の処理は、例えば1秒といった一定の周期 Δt で又は不規則に繰り返し行われるものである。ここでは、ステップS1乃至ステップS4の処理は、一定の周期 Δt で繰り返し行われるものとする。

【0076】

まず、電池容量算出装置10は、同図に示すように、ステップS1において、電圧測定回路11によって端子電圧 V_{mea} を測定するとともに、電流測定回路12によって電流値 I を測定し、これらの端子電圧 V_{mea} 及び電流値 I を制御回路13によって取得する。

【0077】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS2において、制御回路13における演算部15によって容量積算を行い、現在の放電容量 Q_{mea} ($=Q_{old} - I \times \Delta t$) を算出する。ここで、 Q_{old} は、前回算出した放電容量である。

【0078】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS3において、電流値 I に基づいて、充電中であるか否かを制御回路13における演算部15によって判定する。電池容量算出装置10は、電流値 I が負であるものと判定した場合には、充電中であるものと判定し、ステップS5における充電処理工程へと移行する。

【0079】

一方、電池容量算出装置10は、電流値 I が負でないものと判定した場合には、ステップS4へと処理を移行し、電流値 I に基づいて、放電中であるか否かを制御回路13における演算部15によって判定する。電池容量算出装置10は、電流値 I が正であるものと判定した場合には、放電中であるものと判定し、ステップS6における放電処理工程へと移行する一方で、電流値 I が正でないものと判定した場合、すなわち、電流値 I が正負いずれでもなく"0"であるものと判定

した場合には、ステップ S 7 における休止処理工程へと移行する。

【0080】

そして、電池容量算出装置 10 は、ステップ S 5 における充電処理工程、ステップ S 6 における放電処理工程、又はステップ S 7 における休止処理工程のいずれかを終了すると、再度ステップ S 1 からの処理を繰り返す。電池容量算出装置 10 は、このような一連の工程を繰り返し行うことにより、放電中に電池 1 の残容量及び／又は残電力を算出することができる。

【0081】

以下では、ステップ S 5 における充電処理工程、ステップ S 6 における放電処理工程、及びステップ S 7 における休止処理工程のそれぞれについて詳細に説明する。

【0082】

まず、ステップ S 5 における充電処理工程について説明する。

【0083】

電池容量算出装置 10 は、充電処理工程へと移行すると、図 11 に示すように、ステップ S 11 において、制御回路 13 における演算部 15 によって充電容量が所定値以上であるか否かを判定する。例えば、電池容量算出装置 10 は、充電開始から又は充電の強制終了から 500 mA h 以上充電したか否かを判定する。

【0084】

ここで、電池容量算出装置 10 は、充電容量が所定値以上でないものと判定した場合には、そのまま一連の充電処理工程を終了し、図 10 中ステップ S 1 へと処理を移行する。

【0085】

一方、電池容量算出装置 10 は、充電容量が所定値以上であるものと判定した場合には、図 11 中ステップ S 12 において、制御回路 13 からスイッチ 14 に対して制御信号を供給し、充電を強制的に停止させた後、一連の充電処理工程を終了し、図 10 中ステップ S 1 へと処理を移行する。

【0086】

電池容量算出装置 10 は、このような充電処理工程を経ることにより、充電中

に強制的に休止状態を作り出すことができ、これを利用して、上述したように、平衡電圧を推定することが可能となる。

【0087】

つぎに、ステップS6における放電処理工程について説明する。

【0088】

電池容量算出装置10は、放電処理工程へと移行すると、図12に示すように、ステップS21において、制御回路13における演算部15によって放電開始直後であるか否かを判定する。

【0089】

ここで、電池容量算出装置10は、放電開始直後でないものと判定した場合には、ステップS23へと処理を移行する。一方、電池容量算出装置10は、放電開始直後であるものと判定した場合には、ステップS22において、電圧測定回路11によって測定した放電開始直前における端子電圧 V_b 及び放電開始直後における端子電圧 V_a 、並びに電流測定回路12によって測定された電流値 I に基づくそのときの電流値変化 ΔI を用いて、制御回路13における演算部15によって直流抵抗 R_{dc} ($= dV_{mea} / dI = (V_b - V_a) / \Delta I$) を算出する。なお、このとき、電池容量算出装置10は、例えば放電開始後5秒間といった平均電圧や平均電流値を用いて、直流抵抗 R_{dc} を算出するようにしてもよい。電池容量算出装置10は、直流抵抗 R_{dc} を算出すると、ステップS23へと処理を移行する。

【0090】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS23において、制御回路13における演算部15によって端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} と電流値 I との積を加算することにより、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} ($= V_{mea} + \Delta V_{dc} = V_{mea} + I \cdot R_{dc}$) を算出する。

【0091】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS24において、制御回路13における演算部15によって記憶部16に記憶されている平衡電圧曲線 C_{eqv} を参照し、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を

算出し、図10中ステップS2にて求めた現在の放電容量 Q_{mea} と見かけ上の放電容量 Q_{ocv} との差分である容量ずれ $\Delta Q (=Q_{ocv} - Q_{mea})$ を算出し、現在の放電容量 Q_{mea} と容量ずれ ΔQ とを対応付けて記憶部16に記憶する。なお、電池容量算出装置10は、記憶部16の記憶容量を軽減するために、電圧及び電流を測定する毎に、このステップS24を行う必要はなく、放電容量が例えば10mA h以上増加した場合にのみ行うようにしてもよい。

【0092】

続いて、電池容量算出装置10は、図12中ステップS25において、制御回路13における記憶部16に記憶している放電容量 Q_{mea} と容量ずれ ΔQ とを、例えば放電容量で過去50mA h分だけ演算部15によって読み出し、複数の放電容量 Q_{mea} と容量ずれ ΔQ とに基づいて、例えば回帰分析を行うことによって放電容量に対する容量ずれの減少率 dQ を算出し、算出した減少率 dQ を記憶部16に記憶する。

【0093】

そして、電池容量算出装置10は、ステップS26において、制御回路13における演算部15によって放電末期に近いかな否かを判定する。このとき、電池容量算出装置10は、上述したような各種方法を用いて、放電末期に近いかな否かの判定を行うことができるが、ここでは、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を、例えば3.6Vの閾値と比較することにより、放電末期に近いかな否かを判定するものとする。

【0094】

電池容量算出装置10は、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} が閾値よりも大きいものと判定した場合には、放電末期でないものと判定し、ステップS27における第1の残容量算出工程へと移行する一方で、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} が閾値以下であるものと判定した場合には、放電末期に近いものと判定し、ステップS28における第2の残容量算出工程へと移行する。

【0095】

ここで、ステップS27における第1の残容量算出工程及びステップS28における第2の残容量算出工程について説明する。

【0096】

まず、第1の残容量算出工程について説明する。

【0097】

電池容量算出装置10は、第1の残容量算出工程へと移行すると、図13に示すように、ステップS31において、制御回路13における演算部15によって記憶部16に記憶されている平衡電圧曲線 $C_{eq u}$ を参照し、現在の放電容量 $Q_{me a}$ に対応する平衡電圧 $V_{eq u}$ を算出し、算出した平衡電圧 $V_{eq u}$ と現在の端子電圧 $V_{me a}$ との差分である電圧降下 ΔV ($=V_{eq u}-V_{me a}$)を算出する。

【0098】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS32において、各種パラメータをリセットして初期化する。具体的には、電池容量算出装置10は、残容量 Q_r 及び残電力 W_r を"0"にセットするとともに、計算容量 Q_c として現在の放電容量 $Q_{me a}$ をセットする。

【0099】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS33において、制御回路13における演算部15によって計算容量 Q_c に対して例えば1mA hといった所定量の容量刻み ΔQ_c を加算し、計算容量 Q_c を更新する。

【0100】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS34において、制御回路13における演算部15によって記憶部16に記憶されている平衡電圧曲線 $C_{eq u}$ を参照し、ステップS33にて更新した計算容量 Q_c に対応する平衡電圧 $V_{eq u}$ を算出し、算出した平衡電圧 $V_{eq u}$ からステップS31にて算出した電圧降下 ΔV を減算することにより、予測電圧 V_{pre} ($=V_{eq u}-\Delta V$)を算出する。これにより、電池容量算出装置10は、将来における放電曲線 C_{pre} を予測することができる。

【0101】

そして、電池容量算出装置10は、ステップS35において、制御回路13における演算部15によって予測電圧 V_{pre} を放電停止電圧 V_{cut} ($=3.0$

V) と比較し、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} よりも大きいかな否かを判定する。

【0102】

ここで、電池容量算出装置 10 は、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} よりも大きいものと判定した場合には、ステップ S36 へと処理を移行し、制御回路 13 における演算部 15 によってそのときまでの残容量 Q_r に対して容量刻み ΔQ_c を加算するとともに、そのときまでの残電力 W_r に対して容量刻み ΔQ_c と平衡電圧 V_{equ} との積を加算し、ステップ S33 からの処理を繰り返す。

【0103】

一方、電池容量算出装置 10 は、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} 以下であるものと判定した場合には、ステップ S37 において、そのときまでの残容量 Q_r と残電力 W_r とを出力して制御回路 13 における記憶部 16 に記憶し、また、必要に応じて、通信部 17 を介して残容量 Q_r と残電力 W_r とを電子機器 20 に対して送信し、一連の第 1 の残容量算出工程を終了する。

【0104】

このように、電池容量算出装置 10 は、放電末期でないものと判定した場合には、現在の平衡電圧 V_{equ} と端子電圧 V_{mea} との差分である電圧降下 ΔV を算出し、平衡電圧 V_{equ} から電圧降下 ΔV を減算して予測電圧 V_{pre} を算出することにより、将来における放電曲線 C_{pre} を予測することができ、残容量 Q_r 及び残電力 W_r を算出することができる。なお、電池容量算出装置 10 は、残容量 Q_r と残電力 W_r とを逐次的に算出するが、これら残容量 Q_r と残電力 W_r とを電子機器 20 に対して逐次送信するのではなく、制御回路 13 における演算部 15 によって過去数回分の平均値を算出し、この平均値を通信部 17 を介して電子機器 20 に対して送信するようにしてもよい。

【0105】

つぎに、第 2 の残容量算出工程について説明する。

【0106】

電池容量算出装置 10 は、第 2 の残容量算出工程へと移行すると、図 14 に示すように、ステップ S41 において、制御回路 13 における演算部 15 によって

端子電圧 V_{mea} に対して直流抵抗 R_{dc} と電流値 I との積を加算することにより、現在の放電容量 Q_{mea} における見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} ($=V_{mea} + \Delta V_{dc} = V_{mea} + I \cdot R_{dc}$) を算出する。

【0107】

続いて、電池容量算出装置 10 は、ステップ S42 において、制御回路 13 における演算部 15 によって記憶部 16 に記憶されている平衡電圧曲線 C_{equ} を参照し、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} に対応する見かけ上の放電容量 Q_{ocv} を算出する。

【0108】

続いて、電池容量算出装置 10 は、ステップ S43 において、各種パラメータをリセットして初期化する。具体的には、電池容量算出装置 10 は、残容量 Q_r 及び残電力 W_r を "0" にセットするとともに、計算容量 Q_c として現在の見かけ上の放電容量 Q_{ocv} をセットする。

【0109】

続いて、電池容量算出装置 10 は、ステップ S44 において、制御回路 13 における演算部 15 によって計算容量 Q_c に対して例えば 1mAh といった所定量の容量刻み ΔQ_c を加算し、計算容量 Q_c を更新する。

【0110】

続いて、電池容量算出装置 10 は、ステップ S45 において、制御回路 13 における演算部 15 によって記憶部 16 に記憶されている平衡電圧曲線 C_{equ} を参照し、ステップ S44 にて更新した計算容量 Q_c に対応する見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} を算出し、算出した見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} から直流抵抗 R_{dc} による電圧降下を減算することにより、予測電圧 V_{pre} ($=V_{ocv} - R_{dc} \times I$) を算出する。これにより、電池容量算出装置 10 は、放電末期における放電曲線 C_{pre} を予測することができる。

【0111】

そして、電池容量算出装置 10 は、ステップ S46 において、制御回路 13 における演算部 15 によって予測電圧 V_{pre} を放電停止電圧 V_{cut} ($=3.0V$) と比較し、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} よりも大きいかな否かを

判定する。

【0112】

ここで、電池容量算出装置10は、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} よりも大きいものと判定した場合には、ステップS47へと処理を移行し、制御回路13における演算部15によってそのときまでの残容量 Q_r に対して $\Delta Q_c / (1 - dQ)$ を加算するとともに、そのときまでの残電力 W_r に対して $\Delta Q_c / (1 - dQ)$ と予測電圧 V_{pre} との積を加算し、ステップS44からの処理を繰り返す。

【0113】

一方、電池容量算出装置10は、予測電圧 V_{pre} が放電停止電圧 V_{cut} 以下であるものと判定した場合には、ステップS48において、そのときまでの残容量 Q_r と残電力 W_r とを出力して制御回路13における記憶部16に記憶し、また、必要に応じて、通信部17を介して残容量 Q_r と残電力 W_r とを電子機器20に対して送信し、一連の第2の残容量算出工程を終了する。

【0114】

このように、電池容量算出装置10は、放電末期に近いものと判定した場合には、現在の放電容量 Q_{mea} における見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} と放電容量 Q_{ocv} とを算出し、見かけ上の平衡電圧 V_{ocv} から直流抵抗 R_{dc} による電圧降下を減算して予測電圧 V_{pre} を算出することにより、将来における放電曲線 C_{pre} を予測することができ、現在の容量ずれ ΔQ_{mea} と容量ずれの減少率 dQ とに基づいて、残容量 Q_r 及び残電力 W_r を算出することができる。なお、電池容量算出装置10は、残容量 Q_r と残電力 W_r とを逐次的に算出するが、これら残容量 Q_r と残電力 W_r とを電子機器20に対して逐次送信するのではなく、上述したように、制御回路13における演算部15によって過去数回分の平均値を算出し、この平均値を通信部17を介して電子機器20に対して送信するようにしてもよい。

【0115】

電池容量算出装置10は、図12に示した放電処理工程において、放電末期に近いか否かの判定に応じて、これら第1の残容量算出工程又は第2の残容量算出

工程を切り替えて行う。電池容量算出装置 10 は、これらステップ S 27 における第 1 の残容量算出工程又はステップ S 28 における第 2 の残容量算出工程を経た後、一連の放電処理工程を終了し、図 10 中ステップ S 1 へと処理を移行する。

【0116】

電池容量算出装置 10 は、このような放電処理工程を経ることにより、放電中に残容量 Q_r 及び残電力 W_r を算出することができる。特に、電池容量算出装置 10 は、放電末期では第 2 の残容量算出工程へと移行することにより、極めて正確に残容量 Q_r 及び残電力 W_r を算出することができる。

【0117】

最後に、ステップ S 7 における休止処理工程について説明する。

【0118】

電池容量算出装置 10 は、休止処理工程へと移行すると、図 15 に示すように、ステップ S 51 において、制御回路 13 における演算部 15 によって現在の状態が強制的に休止された強制休止状態であるか通常の休止状態であるかを判定する。

【0119】

ここで、電池容量算出装置 10 は、通常の休止状態であるものと判定した場合には、ステップ S 52 において、制御回路 13 における演算部 15 によって端子電圧 V_{mea} が安定しているか否かを判定する。具体的には、電池容量算出装置 10 は、休止状態が例えば 30 分以上といった所定時間以上継続しているか否かによって端子電圧 V_{mea} が安定しているか否かを判定する。電池容量算出装置 10 は、端子電圧 V_{mea} が安定していないものと判定した場合には、そのまま一連の休止処理工程を終了し、図 10 中ステップ S 1 へと処理を移行する。一方、電池容量算出装置 10 は、端子電圧 V_{mea} が安定しているものと判定した場合には、図 15 中ステップ S 53 において、そのときの端子電圧 V_{mea} を平衡電圧 V_{equ} として電圧測定回路 11 によって測定し、この平衡電圧 V_{equ} を現在の放電容量 Q_{mea} と対応付けて制御回路 13 における記憶部 16 に記憶し、ステップ S 58 へと処理を移行する。

【0120】

一方、電池容量算出装置10は、ステップS51にて強制休止状態であるものと判定した場合には、ステップS54において、電圧測定回路11によって測定した端子電圧 V_{mea} を逐次的に制御回路13における記憶部16に記憶し、ステップS55において、演算部15によって強制休止状態が継続している時間を判定する。

【0121】

ここで、電池容量算出装置10は、強制休止状態が継続している時間が例えば1分といった所定時間 t 未満であるものと判定した場合には、そのまま一連の休止処理工程を終了し、図10中ステップS1へと処理を移行する。一方、電池容量算出装置10は、強制休止状態が継続している時間が所定時間 t 以上であるものと判定した場合には、ステップS56において、制御回路13における記憶部16に記憶してある端子電圧 V_{mea} の時間変化に基づいて、演算部15によって平衡電圧 V_{equ} を推定し、この平衡電圧 V_{equ} をそのときの放電容量 Q_{mea} と対応付けて記憶部16に記憶する。

【0122】

そして、電池容量算出装置10は、ステップS57において、制御回路13からスイッチ14に対して制御信号を供給し、充電を再開させる。

【0123】

続いて、電池容量算出装置10は、ステップS58において、制御回路13における記憶部16に記憶されている平衡電圧 V_{equ} の個数を判定する。

【0124】

ここで、電池容量算出装置10は、平衡電圧 V_{equ} の個数が2個未満であるものと判定した場合には、そのまま一連の休止処理工程を終了し、図10中ステップS1へと処理を移行する。一方、電池容量算出装置10は、平衡電圧 V_{equ} の個数が2個以上であるものと判定した場合には、制御回路13における演算部15によってそのときの平衡電圧曲線 C_{equ} における収縮比 S を算出して一連の休止処理工程を終了し、図10中ステップS1へと処理を移行する。例えば、電池容量算出装置10は、先に図7に示したように、求められている平衡電圧

が V_1 , V_2 であり、これら平衡電圧 V_1 , V_2 に対応する放電容量が Q_1 , Q_2 ($Q_2 > Q_1$) であるものとする、制御回路 13 における演算部 15 によって記憶部 16 に記憶されている初期電池の平衡電圧曲線を参照し、平衡電圧 V_1 , V_2 となる放電容量 Q_{ini1} , Q_{ini2} を求め、収縮比 S を、 $(Q_2 - Q_1) / (Q_{ini2} - Q_{ini1})$ として算出する。

【0125】

電池容量算出装置 10 は、このような休止処理工程を経ることにより、平衡電圧 V_{equ} を求めることができ、これを利用して、上述したように、現在の状態における劣化電池の平衡電圧曲線を正確に求めることができる。

【0126】

以上説明したように、本発明の実施の形態として示す電池容量算出方法においては、放電中の端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを測定し、容量ずれ ΔQ を算出することにより、放電末期を含む将来における放電曲線を放電中に予測することができ、残容量及び／又は残電力を算出することができる。特に、電池容量算出方法においては、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった放電末期における正確な残容量を、温度や電池の劣化状態といった環境条件によらず、放電しきる以前に予測することができる。

【0127】

したがって、電池容量算出方法においては、電池の容量を略完全に使い切ることができ、電子機器の実使用時間を長くすることができる。

【0128】

また、電池容量算出方法においては、従来では特に劣化した電池の容量を略完全に使用することができないことに起因して生じていた電池の劣化を軽減することができ、電池の寿命を延ばすことができる。

【0129】

さらに、電池容量算出方法においては、電池を略完全に実使用環境下で放電させることができることから、その時点からの満充電までの充電容量を測定することにより、電池がいかなる劣化品であったとしても、正確な満充電容量を算出することができる。その結果、電池容量算出方法においては、電池の劣化度合いを

正確に捉えることができるようになり、これにより、電池の利用者に対して当該電池の交換時期を正確に明示することが可能となる。

【0130】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば、上述した実施の形態では、電池の例として、リチウムイオン二次電池を採り上げて説明したが、本発明は、任意の様々な二次電池に適用することができるものである。

【0131】

また、上述した実施の形態では、電池容量算出装置 10 による測定対象としての電池が 1 個であるかのように説明したが、本発明は、互いに直列に接続された複数の電池や、互いに並列に接続された複数の電池、さらには、これらが組み合わされた複数の電池に対しても適用することができる。この場合、残容量の算出にあたっては、各電池の端子電圧及び電流値を測定し、各電池の残容量を算出するのが望ましいが、組電池全体の端子電圧及び電流値を測定し、組電池全体の残容量を算出するようにしてもよい。

【0132】

さらに、上述した実施の形態では、電池容量算出方法を適用した具体的な装置としての電池容量算出装置 10 について説明したが、本発明は、電子機器が例えばパーソナルコンピュータ等である場合には、この電子機器によって実行可能なプログラムとして実現することもできる。この場合、このプログラムは、電子機器に対してプリインストールされて提供されてもよく、例えば CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) 等の各種記録媒体に記録された状態で頒布されてもよく、また、所定の通信回線を介して頒布されてもよい。

【0133】

このように、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることとはいうまでもない。

【0134】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明にかかる電池容量算出方法、電池容量算出

装置、及び電池容量算出プログラムは、それぞれ、放電時における端子電圧 V_{mea} と電流値 I とを逐次測定し、この端子電圧 V_{mea} と電流値 I とに基づいて、放電容量 Q_{mea} と見かけ上の放電容量 Q_{ocv} とを算出し、これらの差分である容量ずれ ΔQ に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線 C_{pre} を放電中に予測することにより、従来では略完全に放電してはじめて算出が可能であった残容量及び／又は残電力を、いかなる環境条件であっても放電中に正確に求めることができる。

【0135】

したがって、本発明にかかる電池容量算出方法、電池容量算出装置、及び電池容量算出プログラムは、それぞれ、二次電池の容量を略完全に使い切ることができることから、この二次電池を電源とする電子機器の実使用時間を長くすることができ、二次電池の劣化を軽減して寿命を延ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

放電を停止した場合における電圧変化を説明する図であって、本発明の実施の形態として示す電池容量算出方法の原理について説明するための図である。

【図2】

放電時の放電容量に対する端子電圧の関係、及び見かけ上の平衡電圧に対する見かけ上の放電容量の関係を説明する図である。

【図3】

放電容量と容量ずれとの関係を説明する図である。

【図4】

放電容量と平衡電圧との関係を表す平衡電圧曲線を説明する図である。

【図5】

放電容量と電圧との関係を説明する図であって、放電時の端子電圧と平衡電圧との差分である電圧降下に基づいて、残容量及び残電力を算出する方法を説明する図である。

【図6】

放電容量と電圧との関係を説明する図であって、放電時の端子電圧を補正した

見かけ上の平衡電圧と容量ずれとに基づいて、放電末期における放電曲線を予測し、残容量及び残電力を算出する方法を説明する図である。

【図 7】

初期電池の平衡電圧曲線と劣化電池の平衡電圧曲線とを説明する図であって、収縮比に基づいて、劣化電池の平衡電圧曲線を求める方法を説明する図である。

【図 8】

充電を強制的に停止させた場合において、電圧変化率の絶対値の平方根が、充電停止からの時間の対数に対して略直線的に減少する様子を説明する図である。

【図 9】

同電池容量算出方法を適用した具体的な電池容量算出装置について説明するブロック図である。

【図 10】

同電池容量算出装置において電池の残容量及び残電力を算出する際の一連の処理を説明するフローチャートである。

【図 11】

図 10 に示す充電処理工程の詳細を説明するフローチャートである。

【図 12】

図 10 に示す放電処理工程の詳細を説明するフローチャートである。

【図 13】

図 12 に示す第 1 の残容量算出工程の詳細を説明するフローチャートである。

【図 14】

図 12 に示す第 2 の残容量算出工程の詳細を説明するフローチャートである。

【図 15】

図 10 に示す休止処理工程の詳細を説明するフローチャートである。

【図 16】

端子電圧と残容量との関係を説明する図であって、初期電池と劣化電池とで特性が変化する様子を説明する図である。

【図 17】

電圧と放電容量との関係を説明する図であって、電池の内部インピーダンスに

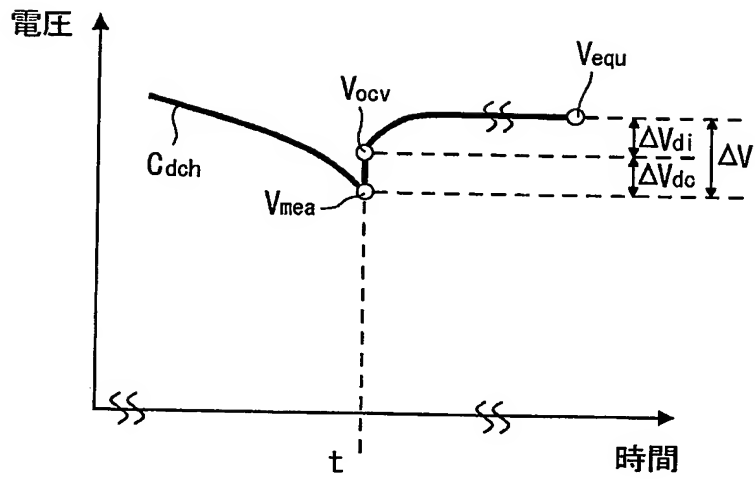
よる電圧降下が放電容量に依存して変化する様子を説明する図である。

【符号の説明】

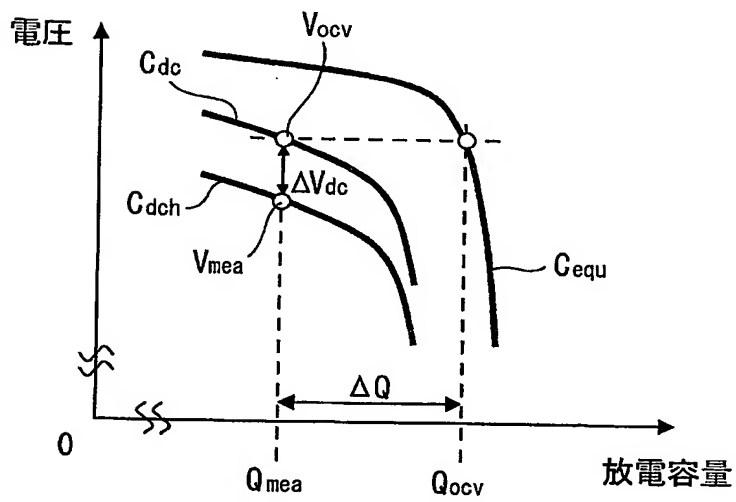
1 電池、 2 抵抗、 10 電池容量算出装置、 11 電圧測定回路、
12 電流測定回路、 13 制御回路、 14 スイッチ、 15 演算部
、 16 記憶部、 17 通信部、 20 電子機器

【書類名】 図面

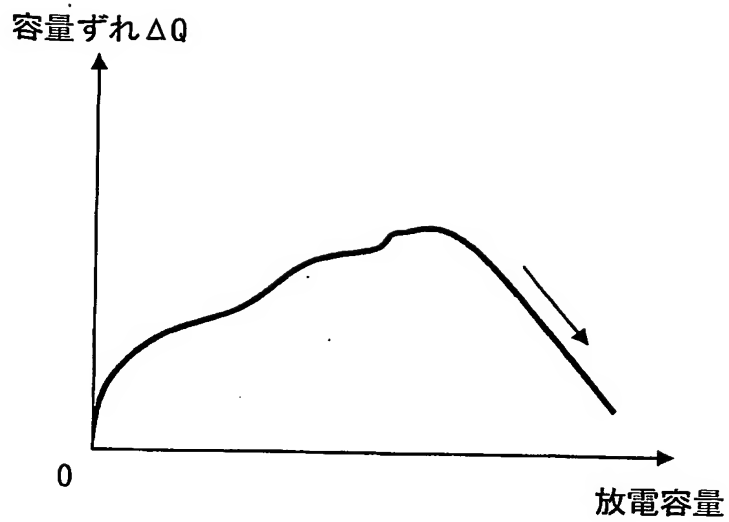
【図 1】



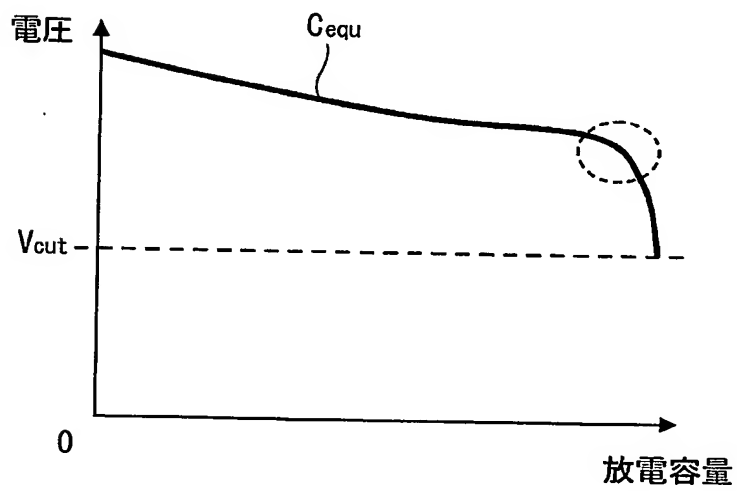
【図 2】



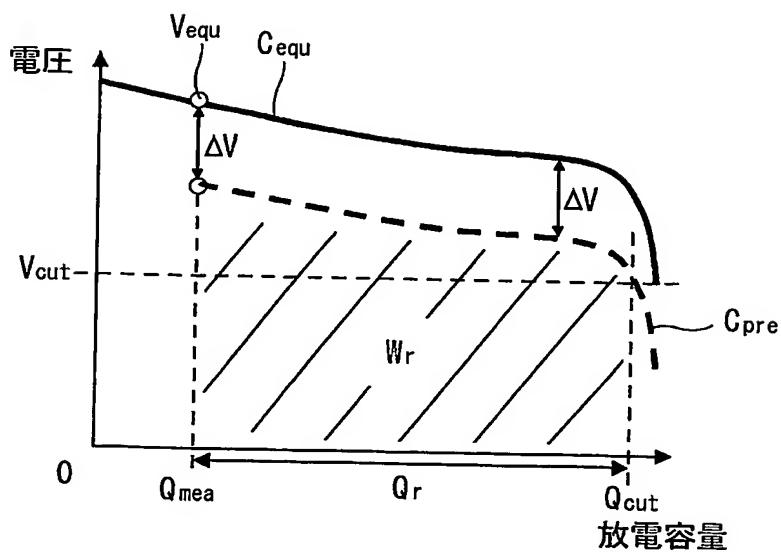
【図 3】



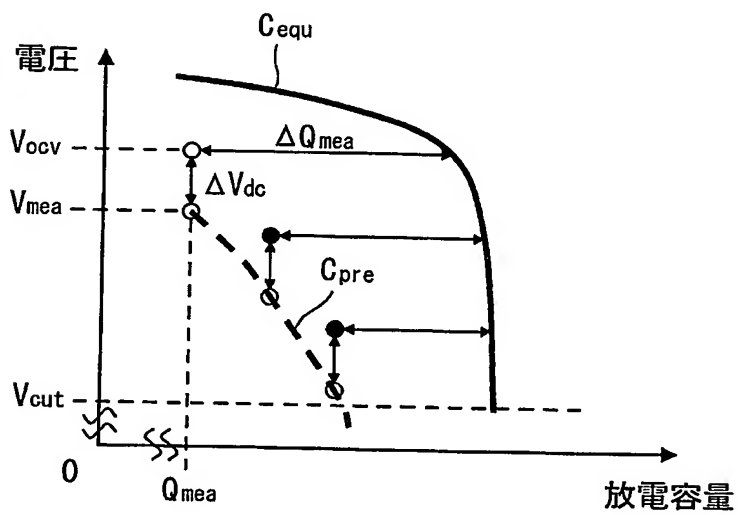
【図 4】



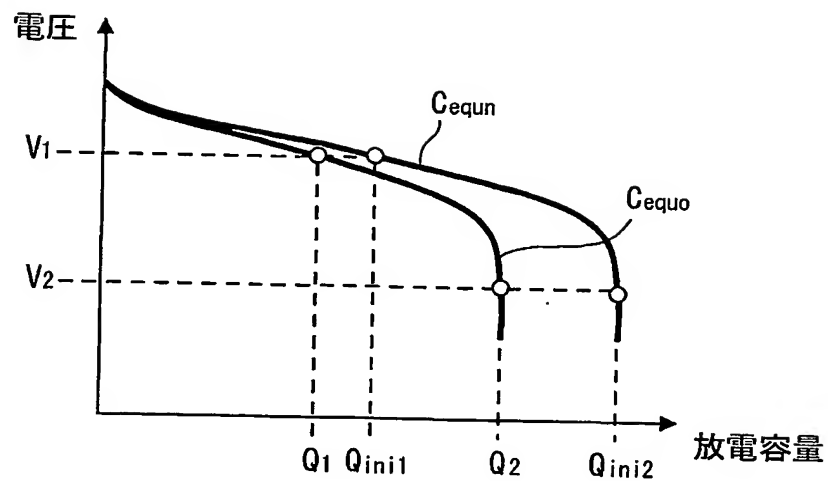
【図 5】



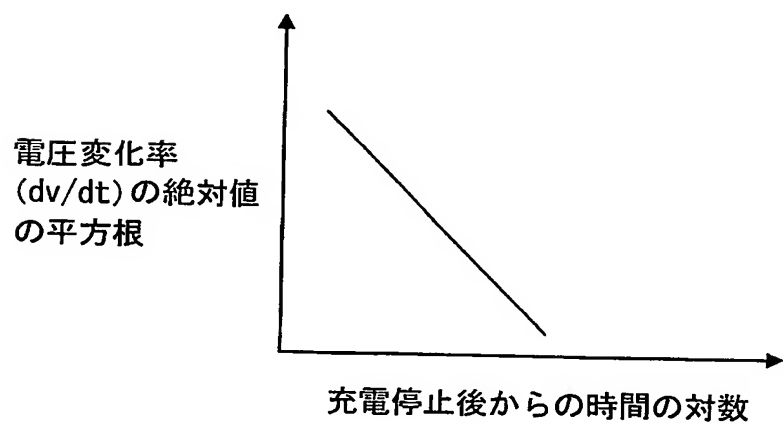
【図 6】



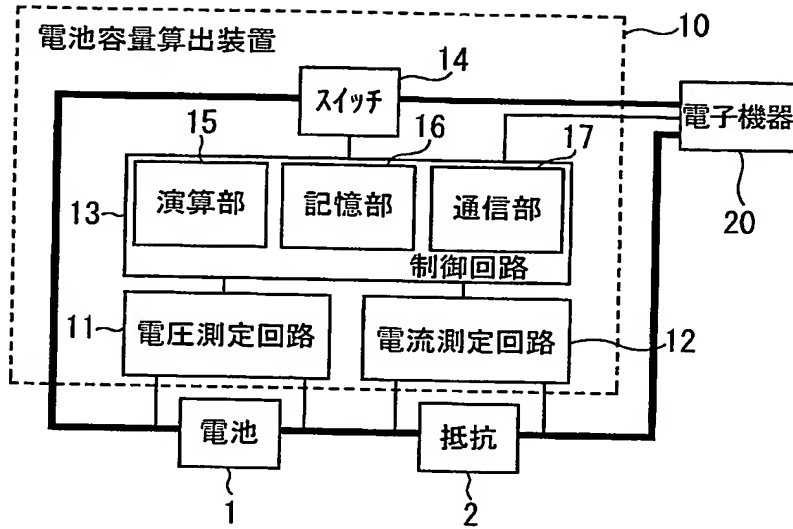
【図 7】



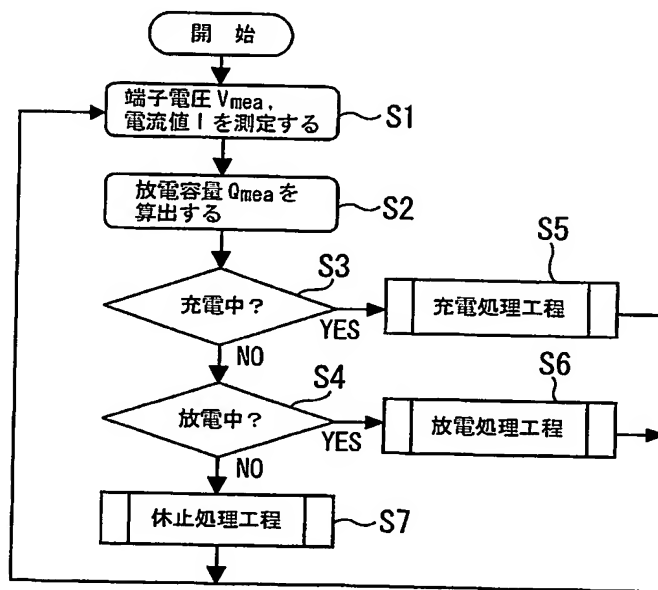
【図 8】



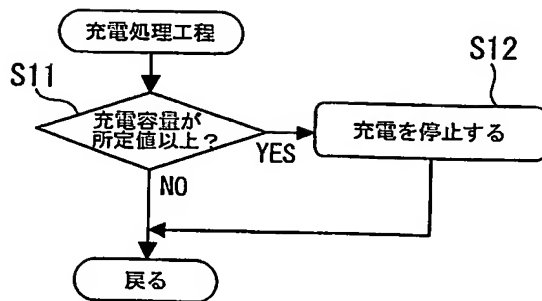
【図 9】



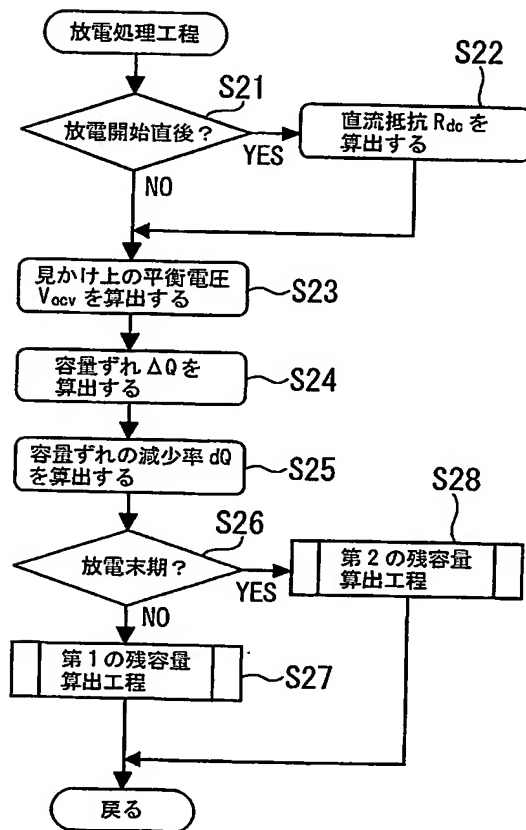
【図 10】



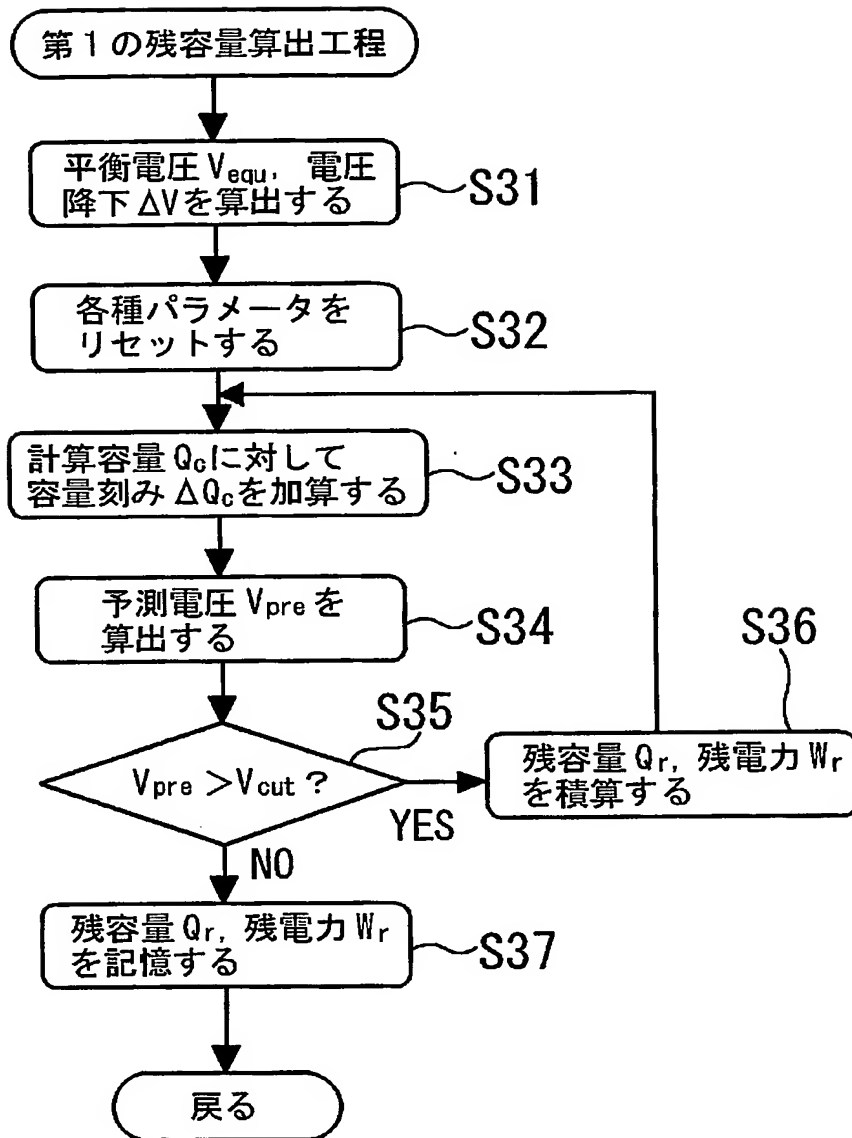
【図 11】



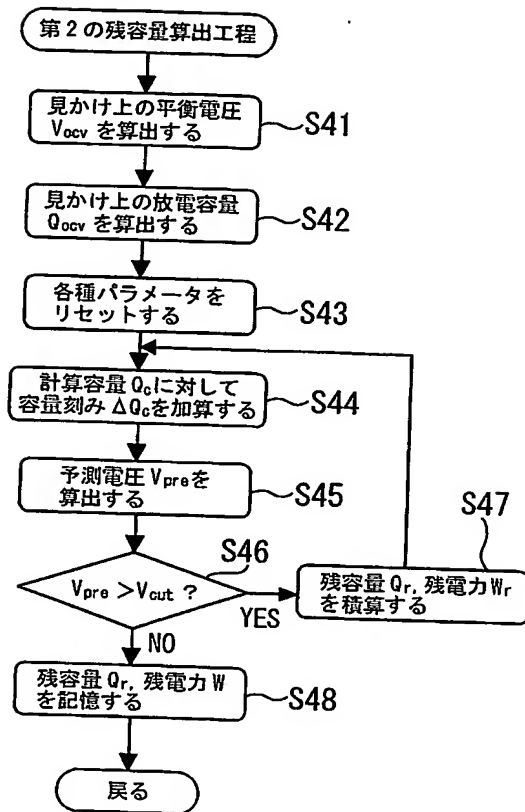
【図 12】



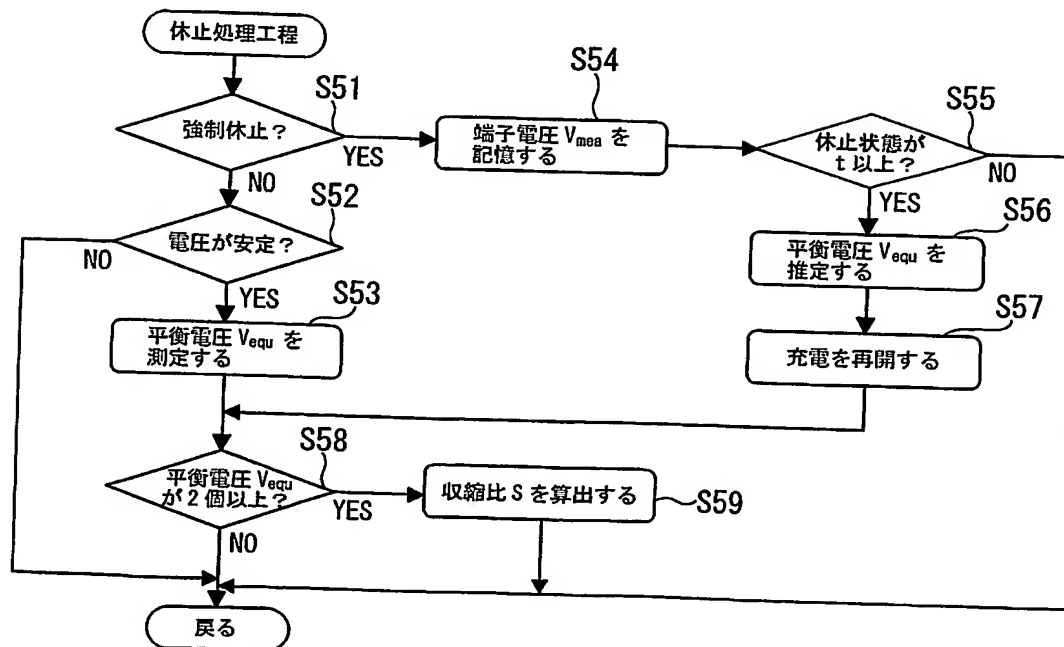
【図 13】



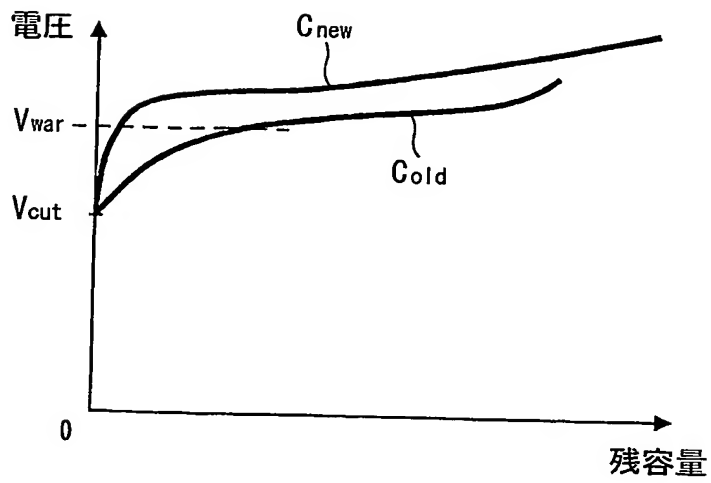
【図 14】



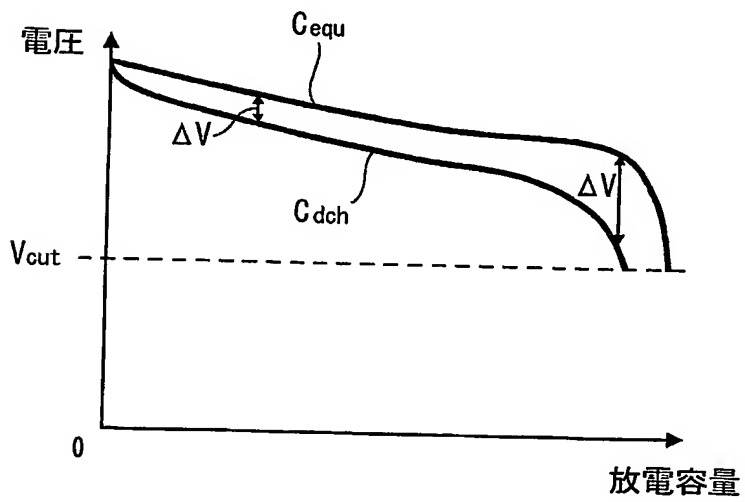
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度や劣化状態といった環境条件によらず、二次電池の残容量を特に放電末期で極めて正確に算出する。

【解決手段】 電池容量算出装置 10 は、放電時における電池 1 の端子電圧 V_{mea} を測定する電圧測定回路 11 と、放電時における電池 1 の電流値 I を測定する電流測定回路 12 と、残容量及び／又は残電力を算出する制御回路 13 とを備える。制御回路 13 における演算部 15 は、電圧測定回路 11 及び電流測定回路 12 によって測定した端子電圧 V_{mea} と電流値 I とに基づいて、放電容量 Q_{mea} と見かけ上の放電容量 Q_{ocv} とを算出し、これらの差分である容量ずれ ΔQ に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線 C_{pre} を放電中に予測し、予測した放電曲線 C_{pre} に基づいて、電池 1 の残容量及び／又は残電力を算出する。

【選択図】 図 9

特願 2 0 0 2 - 3 3 1 9 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.